



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA KARAKTERISTIK MINYAK PELUMAS PERTAMINA
MEDITRAN SX SAE 15W-40 MENGGUNAKAN TRIBOMETER
*PIN-ON-RING***

TUGAS AKHIR

**MUHAMMAD KHAFIDH
L2E 008 072**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
AGUSTUS 2012**

TUGAS AKHIR

Diberikan kepada:

Nama : Muhammad Khafidh

NIM : L2E 008 07

Pembimbing : Dr. Jamari, ST, MT

Jangka Waktu : 6 (Enam) bulan

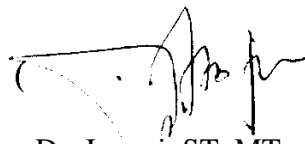
Judul : **Analisa Karakteristik Minyak Pelumas Pertamina Meditran SX SAE 15W-40 menggunakan Tribometer *Pin-on-Ring***

Isi Tugas :

1. Analisa karakteristik koefisien gesek minyak pelumas SAE 15W-40 dengan kurva Stribeck
2. Membandingkan hasil yang diperoleh dengan hasil penelitian yang lain.

Semarang, Agustus 2012

Dosen Pembimbing,



Dr. Jamari, ST, MT

NIP. 197 403 042 000 121 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Muhammad Khafidh

NIM : L2E 008 072

Tanda Tangan :



Tanggal : Agustus 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Khafidh

NIM : L2E 008 072

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Karakteristik Minyak Pelumas Pertamina Meditrans SX
SAE 15W-40 menggunakan Tribometer *Pin-on-Ring*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

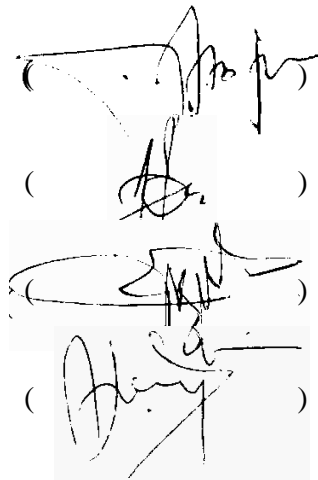
TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Jamari, ST, MT

Penguji : Dr. Munadi, ST, MT

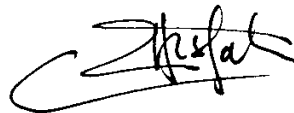
Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT

Penguji : Dr. MSK Tony SU, ST, MT



Semarang, Agustus 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD KHAFIDH
NIM : L2E 008 072
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya dan pembimbing yang berjudul :

ANALISA KARAKTERISTIK MINYAK PELUMAS PERTAMINA
MEDITRAN SX SAE 15W-40 MENGGUNAKAN TRIBOMETER *PIN-ON-
RING*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya dan pembimbing sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Agustus 2012

Yang menyatakan



Muhammad Khafidh
NIM. L2E 008 072

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

”Man jadda wajada”

(Barang siapa yang berusaha dengan sungguh-sungguh, maka ia akan berhasil)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

- ☆ Orang tua saya tercinta, Bapak Sugiyanto dan Ibu Sugini yang selalu memberikan do'a, dorongan, kasih sayang serta dukungan baik moral maupun material.
"Setetes keringatmu jatuh, selangkah aku akan melangkah maju".
- ☆ Kakak dan keponakan saya tersayang atas dukungannya dan suasana ceria yang selalu ada.
- ☆ Pak Jamari, Pak Rifki, Pak Tauviq, dan Mba' Nur, terimakasih banyak atas bimbingan dan bantuannya.
- ☆ Teman-teman *Fast-track* Lab. EDT (*Engineering Design and Tribology*) khususnya mas Dian Indra dan Dzulfikar yang telah banyak membantu dan memberi semangat.
- ☆ Teman-teman Teknik Mesin 2008.
- ☆ Semua teman-temanku yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu.

ABSTRAK

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam suatu minyak pelumas adalah besarnya koefisien gesek. Koefisien gesek merupakan perbandingan antara gaya gesek yang terjadi antara dua permukaan dan gaya normal. Dibutuhkan kurva Stribeck untuk mengetahui karakteristik suatu minyak pelumas. Kurva Stribeck adalah kurva hubungan antara koefisien gesekan dan nomor pelumasan. Tribometer *pin-on-ring* digunakan untuk menghasilkan nilai koefisien gesek pada berbagai kecepatan sehingga dapat menghasilkan kurva Stribeck. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan dari kecepatan 2 sampai 250 rpm dengan kondisi temperatur dikondisikan 40° C, beban yang diberikan 100 N, dan viskositas yang digunakan 0,09924 Pa.s. Penelitian dilakukan sampai pada kondisi *running-in*, perubahan yang terjadi mulai dari kondisi awal menuju kondisi tunak disebut sebagai *running-in*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kondisi *running-in* terjadi pada pengujian keenam. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan yang diberikan, maka koefisien gesek yang dihasilkan semakin kecil. *Regime* yang terbentuk dalam penelitian ini adalah *boundary lubrication* dan *mixed lubrication*.

Kata kunci: Koefisien gesek, pelumas, *running-in*, dan tribometer *pin-on-ring*.

ABSTRACT

An important factor to be considered in a lubricant is the magnitude of coefficient of friction. The coefficient of friction is the ratio of the frictional forces between two surfaces and the normal force. Stribeck curve needed to find out the characteristics of a lubricant. The Stribeck curve is a curve of the relationship between the coefficient of friction and lubrication number. Pin-on-ring tribometer is used to investigate the coefficient value of friction at various speeds in order to plot the Stribeck curve. In this research, a test was conducted with rotational speed from 2 to 250 rpm, at a temperature of 40° C, with load given of 100 N, and the viscosity of 0.09924 Pa.s. The research was carried out up to the running-in conditions, the changes which occur between start up and steady state are associated with running-in. The results obtained showing that the conditions of running-in occurred on the sixth test. Based on the results, it can be concluded that higher velocity given will provide smaller coefficient of friction. The regime formed in this research is the boundary lubrication and mixed lubrication.

Key words: *coefficient of friction, lubricant, running-in, and pin-on-ring tribometer.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga Penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan tugas akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Diponegoro.

Keberhasilan Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Oleh karena itu Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Jamari, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Sarjana.
2. Bapak Dr. Achmad Widodo, ST, MT, Bapak Dr. Munadi, ST, MT, dan Bapak Dr. MSK Tony SU, ST, MT selaku dosen penguji dalam sidang tugas akhir ini.
3. Bapak Rifky Ismail, ST, MT dan Bapak M.Tauviqirrahman, ST, MT yang telah memberikan bimbingan dan bantuan.
4. Zulfikar dan Mas Dian Indra yang banyak membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan Penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata Penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
NOMENKLATUR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Gesekan	5
2.1.1 Gaya Gesek Statis	6
2.1.2 Gaya Gesek Kinetis.....	6

2.2	Viskositas	7
2.2.1	Indeks Viskositas	9
2.2.2	Klasifikasi Viskositas SAE	9
2.3	Pelumasan.....	10
2.3.1	Kurva Stribeck	11
2.3.2	Pengaruh <i>Running-in</i> terhadap Kurva Stribeck	11
2.3.3	<i>Hydrodynamic Lubrication</i>	13
2.3.4	<i>Boundary Lubrication</i>	13
2.3.5	<i>Mixed Lubrication</i>	14
2.4	Tribometer	14
2.4.1	Pengertian Tribometer.....	14
2.4.2	Jenis-Jenis Tribometer	15
2.4.2.1	Tribometer <i>Pin-on-Disc</i>	15
2.4.2.2	Tribometer <i>Pin-on-Ring</i>	15
2.4.2.3	Tribometer <i>Block-on-Ring</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.3	Alat dan Bahan	18
3.3.1	Alat.....	18
3.3.2	Bahan	21
3.4	Pengujian Karakteristik Minyak Pelumas	23
3.4.1	Langkah-Langkah Pengujian	23
3.4.2	Perhitungan Koefisien Gesek.....	24

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengujian.....	26
4.2 Analisa.....	30
4.3 Validasi Pengujian.....	33
BAB V PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	39
A. Hasil Penelitian dan Perhitungan.....	39
B. Spesifikasi Minyak Pelumas Pertamina Meditran SX 15W-40.	93
C. Tabel Minyak Referensi	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Contoh komponen-komponen permesinan yang saling kontak (a) <i>ball bearing</i> , (b) <i>connecting rod</i>	1
Gambar 1.2	Kurva Stribeck.....	2
Gambar 2.1	Mekanisme gesekan dan aplikasinya di dunia nyata.	5
Gambar 2.2	Gaya gesek: (a) Pada bidang datar, (b) Pada bidang miring	7
Gambar 2.3	Defenisi kekentalan melalui hukum Newton.	8
Gambar 2.4	Kurva Stribeck.....	11
Gambar 2.5	Perubahan koefisien gesek dan kekasaran sebagai fungsi waktu, jumlah kontak <i>rolling</i> atau jarak <i>sliding</i>	12
Gambar 2.6	Efek dari <i>running-in</i> : (a) tekanan rendah dan (b) tekanan.	13
Gambar 2.7	<i>Hydrodynamic lubrication</i>	13
Gambar 2.8	<i>Boundary lubrication</i>	14
Gambar 2.9	<i>Mixed lubrication</i>	14
Gambar 2.10	Tribometer <i>pin-on-disc</i>	15
Gambar 2.11	Tribometer <i>pin-on-ring</i>	16
Gambar 2.12	Tribometer <i>block-on-ring</i>	16
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian..	17
Gambar 3.2	Sistem kontak spesimen	18
Gambar 3.3	Tribometer <i>pin-on-ring</i>	19
Gambar 3.4	Akuisisi data Daqbook 260..	20
Gambar 3.5	HBM Amplifier..	20
Gambar 3.6	Cincin	21
Gambar 3.7	<i>Pin</i>	22
Gambar 3.8	Oli Pertamina Meditran SX 15W-40.....	22
Gambar 3.9	Tranduser gaya normal..	24
Gambar 3.10	Tranduser gaya gesek..	25
Gambar 4.1	Kurva Stribeck pada pengujian pertama-keenam.....	29

Gambar 4.2	Kondisi <i>running-in</i> pada pengujian.	31
Gambar 4.3	Pengaruh <i>running-in</i> terhadap kurva Stribeck pada pengujian... ..	32
Gambar 4.4	Perbandingan kurva Stribeck saat kondisi <i>running-in</i> pada penelitian Scholting dan Khafidh..	33
Gambar 4.5	Perbandingan kurva Stribeck dengan variasi viskositas; (1) $\eta = 6,5$ Pa.s, (2) $\eta = 0,362$ Pa.s (referensi), (3) $\eta = 0,0203$ Pa.s, (4) $\eta = 0,00113$ Pa.s.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi SAE.....	10
Tabel 3.1	Spesifikasi cincin.....	21
Tabel 3.2	Spesifikasi pin.	22
Tabel 3.3	Spesifikasi oli SAE 15W-40.	22
Tabel 4.1	Hasil pengujian pertama.....	26
Tabel 4.2	Hasil pengujian kedua.	27
Tabel 4.3	Hasil pengujian ketiga.....	27
Tabel 4.4	Hasil pengujian keempat	28
Tabel 4.5	Hasil pengujian kelima.....	28
Tabel 4.6	Hasil pengujian keenam	29

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
F_w	Gaya gesek	[N]
f_s	Koefisien gesek statis	[-]
F_n	Gaya normal	[N]
f_k	Koefisien gesek kinetis	[-]
τ	Tegangan geser fluida	[N/m ²]
μ	Viskositas dinamik	[Pa.s]
u	Kecepatan relatif permukaan	[m/s]
h	Tebal lapisan pelumasan	[m]
ν	Viskositas kinematik	[St]
ρ	Rapat massa	[g/cm ³]
VI	Indeks viskositas	[-]
L	Viskositas minyak pelumas referensi (40°C)	[St]
U	Viskositas minyak pelumas referensi (100°C)	[St]
H	Viskositas dari pelumas spesimen	[St]